

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年11月21日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-337600

[ST.10/C]:

[JP2002-337600]

出 願 人

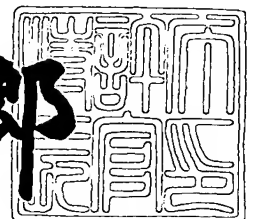
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 5月13日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3035579

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT02P0760

【提出日】 平成14年11月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 片岡 宏治

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100094352

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐々木 孝

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 複合型磁気ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の上に設けられた下部磁気シールドと、下部ギャップ層と、第 1 の強磁性層と、非磁性層と、第 2 の強磁性層と、両端部に非磁性領域を有する反強磁性層と、該反強磁性層の非磁性領域の上に設けられた第 1 の電極層と、これらの積層体の両側に配置された磁区制御層と、該磁区制御層の上に設けられた第 2 の電極層と、該第 2 の電極層及び前記積層体の上に上部ギャップ層を介して設けられた上部磁気シールドとを有する磁気抵抗効果型ヘッドと、該磁気抵抗効果型ヘッドの上に絶縁層を介して設けられた誘導型磁気ヘッドとを具備することを特徴とする複合型磁気ヘッド。

【請求項 2】

前記反強磁性層の非磁性領域は反強磁性材料に不純物が注入されたものであることを特徴とする請求項 1 記載の複合型磁気ヘッド。

【請求項 3】

基板の上に設けられた下部磁気シールドと、下部ギャップ層と、第 1 の強磁性層と、非磁性層と、第 2 の強磁性層と、両端部が磁性を失う程度に薄い反強磁性層と、該反強磁性層の両端部の上に設けられた第 1 の電極層と、これらの積層体の両側に配置された磁区制御層と、該磁区制御層の上に設けられた第 2 の電極層と、該第 2 の電極層及び前記積層体の上に上部ギャップ層を介して設けられた上部磁気シールドとを有する磁気抵抗効果型ヘッドと、該磁気抵抗効果型ヘッドの上に絶縁層を介して設けられた誘導型磁気ヘッドとを具備することを特徴とする複合型磁気ヘッド。

【請求項 4】

基板の上に設けられた下部磁気シールドと、下部ギャップ層と、第 1 の強磁性層と、非磁性層と、第 2 の強磁性層と、両端部が前記第 2 の磁性層の幅よりも狭い反強磁性層と、該反強磁性層の両端部で前記第 2 の強磁性層の上に設けられた第 1 の電極層と、これらの積層体の両側に配置された磁区制御層と、該磁区制御

層の上に設けられた第 2 の電極層と、該第 2 の電極層及び前記積層体の上に上部ギャップ層を介して設けられた上部磁気シールドとを有する磁気抵抗効果型ヘッドと、該磁気抵抗効果型ヘッドの上に絶縁層を介して設けられた誘導型磁気ヘッドとを具備することを特徴とする複合型磁気ヘッド。

【請求項 5】

基板の上に設けられた下部磁気シールドと、下部ギャップ層と、第 1 の強磁性層と、非磁性層と、第 2 の強磁性層と、該第 2 の磁性層の両端部以外の中央部分の上に設けられた反強磁性層と、前記第 2 の強磁性層の両端部の上に設けられた第 1 の電極層と、これらの積層体の両側に配置された磁区制御層と、該磁区制御層の上に設けられた第 2 の電極層と、該第 2 の電極層及び前記積層体の上に上部ギャップ層を介して設けられた上部磁気シールドとを有する磁気抵抗効果型ヘッドと、該磁気抵抗効果型ヘッドの上に絶縁層を介して設けられた誘導型磁気ヘッドとを具備することを特徴とする複合型磁気ヘッド。

【請求項 6】

基板の上に設けられた下部磁気シールドと、下部ギャップ層と、第 1 の強磁性層と、非磁性層と、両端部が前記第 1 の強磁性層の幅よりも狭い第 2 の強磁性層と、該第 2 の磁性層の上の反強磁性層と、該反強磁性層及び前記第 2 強磁性層の両端部で前記非磁性層の上に形成された第 1 の電極層と、これらの積層体の両側に配置された磁区制御層と、該磁区制御層の上に設けられた第 2 の電極層と、該第 2 の電極層及び前記積層体の上に上部ギャップ層を介して設けられた上部磁気シールドとを有する磁気抵抗効果型ヘッドと、該磁気抵抗効果型ヘッドの上に絶縁層を介して設けられた誘導型磁気ヘッドとを具備することを特徴とする複合型磁気ヘッド。

【請求項 7】

前記第 1 の電極層の幅は 2 0 n m 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の複合型磁気ヘッド。

【請求項 8】

前記第 1 及び第 2 の電極層は、少なくとも A u、T a、W、R u、R h、C u、T i、A g、P t、P d、C r、I n、I r、N b および Z r のいずれかの元

素を 1 元素以上含むことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の複合型磁気ヘッド。

【請求項 9】

前記磁区制御層と前記第 2 の電極層の間に軟磁性層を設けることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の複合型磁気ヘッド。

【請求項 10】

前記磁区制御層の下に結晶配向下地層を設けることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の複合型磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は再生用の磁気抵抗効果型ヘッドと記録用の誘導型磁気ヘッドを組合わせた複合型磁気ヘッドに関し、より詳細には磁気抵抗効果を用いて磁気記録媒体に書込まれている磁気記録情報を高感度で、安定的に再生することができる磁気抵抗効果型ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

記録媒体上のビット長およびトラック幅の狭小化は磁気記録装置の最も重要な課題として考えられており、極めて微小なトラック上に書込まれた磁気情報を高感度でかつ安定的に再生できるヘッドの要求はますます高くなりつつある。磁気抵抗効果型ヘッドの主要課題は狭トラック化、高感度化とバルクハウゼンノイズ制御（安定化）である。

【0003】

そのため、磁気抵抗効果型ヘッドが安定に動作するような長手方向バイアス磁界（トラック幅方向バイアス磁界とも言われている）を磁気抵抗効果膜に付与しなければならない。この長手方向バイアス磁界は磁気抵抗効果膜を単磁区化するように印加されるものであり、縦バイアス磁界と呼ばれる場合もある。

【0004】

長手方向バイアス磁界を印加するには、磁気抵抗効果膜を一定の形状にパター

ニングした後（トラック幅形成後）、その両脇に長手方向バイアス磁界を印加するためのハード磁性層を配置する。ハード磁性層は電極構造体と同じ広がりをもつ先端領域で前記磁気抵抗効果を持つ膜からなるセンサ部と接し、ハード磁性体の層とセンサ部の間の磁氣的な結合によって長手方向バイアスを実現する。従って、センサ部は、そのパターン長手方向に沿った特定の方向に磁化されている。

【 0 0 0 5 】

この方法の問題点は、センサ部の両端部、すなわちハード磁性層と接合する部分では交換結合あるいは静磁氣的な結合が非常に強くなり、その近傍では記録媒体からの磁気信号に対する感度が極端に低下してしまう低感度領域が存在することである。低感度領域が無視できるほど広いトラック幅の場合、トラック幅を半分になれば、ヘッド出力は半分になるという関係が保たれるが、トラック幅に対する低感度領域が無視できなくなると、トラック幅半分に対して、半分以上の感度低下を招くこととなる。発明者の検討から、この様な低感度領域は、幅に換算して両側合わせて約 1 0 0 n m 程度存在することが確かめられている。近年特にトラック幅が狭小化し、たとえば 1 平方インチあたりの記録密度が 2 5 G b 程度の磁気ディスク装置に採用されているヘッドの再生トラック幅は 3 0 0 n m 以下であり、狭トラック化に伴う低感度領域幅は無視できなくなりつつある。

【 0 0 0 6 】

この低感度領域に対する対策として、たとえば特許文献 1 に記載されているような構造が提案されている。この構造は電極オーバーレイ型と称されており、ヘッド出力の高感度化構造として期待されているものである。前述の低感度領域の発生を押さえるために、磁気抵抗効果素子の上面の一部に電極を重ね合わせた（オーバーレイさせた）磁気抵抗効果型磁気ヘッドである。

【 0 0 0 7 】

この磁気抵抗効果型ヘッドは、電極から供給されるセンス電流が、感度の低いセンサ端部の領域（前述の低感度領域）を避けて、磁気抵抗効果膜の感度の高い中央領域を流れるようになっており、ヘッド感度の低下を防ぐことができる。この特許文献 1 に開示された磁気抵抗効果型磁気ヘッドにおいては、構造上、磁気抵抗効果素子の幅寸法に比べて、一対の電極間の間隔が小さく構成されていること

が大きな特徴である。

【0008】

この様に構造的に高感度を期待できる電極オーバーレイ型の磁気抵抗効果ヘッドであるが、製造上の大きな問題を抱えている。すなわち、磁気抵抗効果素子の寸法決定と、電極間隔寸法決定を別々のプロセス（各々異なる2枚のフォトマスクを用いる）で行わなくてはならないことである。このため、各々のプロセスでの位置合わせ精度の範囲内で左右のオーバーレイ領域の幅がばらついてしまう。位置合わせ精度が期待するオーバーレイ幅よりも広い場合、オーバーレイ幅がマイナス（オーバーレイしない）になる可能性がある。また、内側のトラック幅を規定する電極間隔は、オーバーレイしない構造（通常のハード磁性層を接合した構造）に比べると、狭くせざるを得ず、プロセス的に非常に不利となる。

【0009】

また、電極オーバーレイ型磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造方法に関する従来技術として特許文献2に記載の発明がある。この発明はオーバーレイ幅のばらつきを低減するための技術であり、ここでは、磁気抵抗効果素子の幅と電極間隔を1つのフォトマスクで形成したレジストを用いて、単一マスクで形成できる技術、すなわちセルフアライメント型の製造方法が開示されている。

【0010】

【特許文献1】

特開平9-282618号公報（第7-8頁、図1）

【特許文献2】

特開2001-325703号公報（第5-7頁、図1-6）

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

図5（a）は前記従来技術で示された電極オーバーレイ構造をより模式的に示したものである。磁気抵抗効果膜50の両端にハード磁性層51a, 51bが設けられ、ハード磁性層51a, 51bの上に電極層52a, 52bが積層されている。電極層52a, 52bが磁気抵抗効果膜50の両端部の低感度領域53a, 53bそれぞれを被う形で配置されるため、低感度領域53a, 53bを電

流が流れにくくなり、結果的に磁気抵抗効果膜 5 0 全体として感度が向上する（感度低下幅が小さく抑えられる）。

【 0 0 1 2 】

しかしながら、このオーバーレイ構造には次のような問題がある。そのひとつは製造プロセス上の問題である。電極層 5 2 a, 5 2 b とハード磁性層 5 1 a, 5 1 b は別々のマスクを用いて、別々のプロセスを経て形成される。このことにより、電極層 5 2 a, 5 2 b のオーバーレイ量がステッパなど露光装置のアライメント精度に依存してしまうことになる。通常の露光器の場合、そのアライメント精度は良好な場合でも、 3σ 値は 5 0 n m 程度、通常は 1 0 0 n m 程度を見込んで生産を行う。もともとの低感度領域幅に対して、決して無視できる寸法ではない。工業製品として歩留まり良く量産化するためのプロセスが求められている。

【 0 0 1 3 】

2 つ目の問題は、磁気抵抗効果膜の上部に電極を積極的に乗り上げる形をとることから、再生トラック端部となる付近の上下磁気シールドの膜厚方向間隔が広がってしまうことである。この磁気シールド間隔の広がり、再生トラック端部付近でのシールド効果を低くしてしまうため、光学的な再生トラック幅が変わらなくても、隣接トラックからの信号磁界と同一トラック上の隣接ビットからの信号磁界を読取り易くなり、実効的に磁気的な再生トラック幅が広がってしまうこと、及び再生ギャップ長が広がってしまうことと等価となる。記録密度向上のためにはトラック方向の密度向上は欠かせないため、再生トラック端部付近のシールド効果の低下はより少ないほうが望ましい。

【 0 0 1 4 】

3 つ目の問題は、電極オーバーレイにより磁気抵抗効果膜の低感度領域部分の電流分流をゼロにすることは出来ないため、さらに狭トラック化が進むと、低感度領域部分への電流分流がまた無視できなくなってしまう。

【 0 0 1 5 】

本発明の第一の目的は、フリー層端部に生じる低感度領域の影響と、電流の分流失の影響を受けることなく、感度低下を招かない磁気抵抗効果型ヘッドを有す

る複合型磁気ヘッドを提供することである。

【0016】

本発明の第二の目的は、フリー層端部の磁気シールド効果の低下を抑止した磁気抵抗効果型ヘッドを有する複合型磁気ヘッドを提供することである。

【0017】

本発明の第三の目的は、トラック幅方向へも磁気シールド効果を有する磁気抵抗効果型ヘッドを具備する複合型磁気ヘッドを提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の複合型磁気ヘッドにおける磁気抵抗効果型ヘッドの特徴は、電極オーバーレイ部分の巨大磁気抵抗効果（GMR効果）を消すことである。その第一の方法は電極オーバーレイ部分の反強磁性層を除去し、ピンニング層を薄くするか取去ること。第二の方法は電極オーバーレイ部分の反強磁性層を薄くするか取去ることにより、ピンニング層の固定された磁化方向を解除し、フリー層と同様に磁化回転可能にすること。第三の方法は電極オーバーレイ部分の反強磁性層に不純物を注入し磁性を失わせることである。

【0019】

第一の方法ではピンニング層が磁性を持たない為にGMR効果は全く発生しない。第二の方法ではピンニング層とフリー層とが同様な磁化回転動作となることで相対角度の発生を抑えられ結果的にGMR効果としての抵抗変化はゼロとなる。第三の方法は第一の方法と同じ効果を得ることができる。ここで重要なのはフリー層を電極オーバーレイ下に残しておくことである。

【0020】

以上により、トラック端部の低感度領域の影響を受けない構造を提供できるが、電極が外側に構成されることで素子抵抗増加を招くことは避けたいことから、GMR効果を消し去った領域へ電極オーバーレイすると良い。この構成は、高感度であるトラック中央部分を選択的に使用できることから、ハード磁性層の厚さを比較的厚くしたまま高感度な磁気ヘッドを提供でき、ハード磁性層の膜厚ばらつきによる製造歩留まりの低下を防止できる。従来構造の欠点であったトラック

端部に生じる低感度領域への電流分流は依然存在するが、低感度領域を選択的に全くの不感領域とすることで再生トラック領域での低感度化を根本的に防ぐことが可能になる。

【 0 0 2 1 】

ここで、上記反強磁性層およびピンニング層への手法は、磁気抵抗効果膜をミリングで形成する際に同時に行うことができ、そのときに用いるパターニングされたレジストを再利用することで電極オーバーレイ部分を形成できる。その外側のハード磁性層と主電極層の形成も同一レジストを利用して行われる。詳細は以下の工程によって行われる。

【 0 0 2 2 】

磁気抵抗効果膜のパターニングは基板面垂直方向軸に対して所定の角度をつけたエッチング粒子によって行われる。この際に用いる方法としては、たとえば、非常に指向性の強いIBE (Ion Beam Etching) などが望ましく、基板に対して所定の角度傾けてエッチング粒子を入射させる機構と、基板自身を自転、公転させる機構を併用する。エッチングする深さは基板平坦面でのピンニング層が消失する程度とする。

【 0 0 2 3 】

その後、同じように基板面垂直方向に対して所定の角度をつけた電極材料を成膜する。この際に用いる成膜方法としては、たとえば、非常に指向性の強いIBD (Ion Beam Deposition) などが望ましく、基板に対して所定の角度傾けてデポ粒子を入射させる機構と、基板自身を自転、公転させる機構を併用する。IBDの際に角度を傾けることにより、初期に形成されたレジストはデポ粒子によってトラック幅方向に膨らんでいる。次に、このふくらみを利用して、もう一度指向性の強いIBEを用い、不要な電極材料を除去する工程を行う。このとき、IBEの入射方向は基板面垂直方向とする。IBEは指向性が強いいため、膨らんだレジスト下部は影となり、フリー層端部領域で電極材料を残すことが可能である。

【 0 0 2 4 】

さらこの状態から、ハード磁性層、主電極層を成膜する。このときの粒子の入

射角度は基板面に対して垂直の方向とする。最後に、残存するレジストをリフトオフ法と呼ばれる手法を用いて除去する。

【 0 0 2 5 】

このように、ハード磁性層と主電極層のパターニングを一回のマスキング工程で行う。ここで、一回のマスキング工程というのは一種類のフォトマスクによって形成されたレジストを元にハード磁性層とフリー層に隣接する主電極層を形成することであり、ハード磁性層と主電極層をセルフアライメントにて形成することである。このことにより、露光機のアライメント精度にかかわらず、高い歩留まりで、磁気抵抗効果型ヘッドを製造することができる。

【 0 0 2 6 】

また、反強磁性層とピンニング層の厚さだけを取去ることで電極オーバーレイ部分を薄くすることができるため、フリー層端部での上下磁気シールド間隔の広がりを抑制でき、フリー層端部のシールド効果の低下を防止することができる。

【 0 0 2 7 】

さらに、ハード磁性層と主電極層の間にパーマロイ等の軟磁性層を配置することにより、磁気抵抗効果膜のトラック幅方向近傍にシールド効果を持たせることができる（サイドシールド）。サイドシールド層により隣接トラックからの信号磁界を読取りにくくなる為、高感度を維持したまま狭トラックピッチへの対応が可能となる。サイドシールド層はオーバーレイ電極により磁気抵抗効果膜の感度の高い部分から所望の距離だけ離すことができ、サイドシールド層による感度低下を招く問題を回避できる。但し、サイドシールド層と主電極層によって上下の磁気シールド間隔を広げてしまうが、サイドシールド層は上下磁気シールドよりもフリー層に近い位置にあるため、サイドシールド効果の影響の方が大きい。なお、前記主電極層をパーマロイ等の軟磁性層に置き換えてサイドシールド層を兼用させることも可能である。

【 0 0 2 8 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の一実施例について説明する。図 2 は複合型磁気ヘッドを浮上面から見た斜視図である。複合型磁気ヘッドは再生用の磁気抵抗効

果型ヘッド 1 と記録用の誘導型磁気ヘッド 7 で構成されている。磁気抵抗効果型ヘッド 1 は、基板 2 の上に形成された下部磁気シールド 3 と、その上に下部ギャップ層 2 7 (図 1 参照) を介して形成された磁気抵抗効果膜 (スピンバルブ膜) 4 と、スピンバルブ膜 4 の両側に配置された磁区制御層 (ハード磁性層) 2 2 a, 2 2 b と、その上に積層されたスピンバルブ膜 4 にセンス電流を供給するための電極層 2 4 a, 2 4 b と、これらの上に上部ギャップ層 2 8 (図 1 参照) を介して形成された上部磁気シールド 5 とを有する。

【 0 0 2 9 】

誘導型磁気ヘッド 7 は、磁気抵抗効果型ヘッド 1 の上に絶縁体の分離層 6 を介して形成された、下部磁性層 8 と、この下部磁性層 8 とで浮上面側に磁気ギャップを形成し、後部で下部磁性層 8 に接続されて磁気回路を形成する上部磁性層 9 と、下部磁性層 8 と上部磁性層 9 の間に絶縁層 (図示せず) を介して形成された導電コイル 1 0 とを有する。

【 0 0 3 0 】

次に図 1 を用いて、本発明の一実施例による「高感度安定化構造磁気抵抗効果型ヘッド 1」の構造を説明する。図 1 は磁気抵抗効果型ヘッド 1 を媒体対向面から見たときの図である。特に図 1 は反強磁性膜 1 1 を上部に配置した場合の構造を示しており、一般にはトップスピンバルブヘッドとも呼ばれる。この磁気抵抗効果型ヘッド 1 は強磁性層からなるフリー層 1 4 を最下面に積層し、その上に Cu などの非磁性導電材料からなるインターレーヤ結合層 1 5、強磁性層からなるピンニング層 1 2、さらに、PtMn などの反強磁性層 1 1、最上面にこれらの膜を保護するための保護層 1 3 を積層して構成される。

【 0 0 3 1 】

図 1 では膜の構成を最小の構成としているため、5 層構造となっているが、たとえば、フリー層 1 4 の下に結晶制御層を配置したり、スピンバルブ効果を高めるためにフリー層 1 4 あるいはピンニング層 1 2 の上下に酸化層等を配置したり、あるいは別の磁性層を積層化したり、膜厚方向のバイアス電流中心を制御するためにフリー層 1 4 の下部に Cu などの低抵抗の膜を配置することもある。また、スピンバルブ構造としては、反強磁性層を下部に配置したボトムスピンバルブ

構造、さらには、反強磁性層を上と下に二層配置したデュアルスピンバルブ構造などがある。

【 0 0 3 2 】

これらの積層膜 4 をトラック幅方向にインターレーヤ結合層 1 5 以下の層を残してパターニングし、その両脇に導電性の高い電極層材料、たとえば Au, Ta, W, Ru, Rh, Cu, Ti, Ag, Pt, Pd, Cr, In, Ir, Nb, Zr などの材料、あるいはこれらの元素をひとつ以上含有する合金材料、混合材料などを用いて、電極オーバーレイ層 2 1 a, 2 1 b を形成する。この導電層は磁気抵抗効果膜 4 のうち反強磁性層 1 1 およびピンニング層 1 2 の端部を被うように構成され、さらに隣接する磁区制御層（ハード磁性層）2 2 a, 2 2 b との距離をある一定量にするように配置される。電極オーバーレイ層 2 1 a, 2 1 b は GMR 効果を持たない無感度領域幅を形成する役目をする。ハード磁性層 2 2 a, 2 2 b の磁気特性を向上させる目的で結晶配向制御下地層 2 6 a, 2 6 b が配置される。

【 0 0 3 3 】

結晶配向制御下地層 2 6 a, 2 6 b は非磁性の Cr, Ti, W などが用いられるが、この結晶配向制御下地膜 2 6 a, 2 6 b を設ける目的は、上層に積層するハード磁性層 2 2 a, 2 2 b の結晶配向をそろえ面内異方性を強くすることである。また、ハード磁性層 2 2 a, 2 2 b と磁気抵抗効果膜 4 の間の交換結合を弱めるので、結晶配向制御下地膜 2 6 a, 2 6 b は可能な限り薄く成膜することが求められ、5 nm 程度以下の範囲で作成される。結晶配向制御下地層 2 6 a, 2 6 b は構造によっては成膜しない場合もある。

【 0 0 3 4 】

ハード磁性層 2 2 a, 2 2 b の上部にサイドシールド層 2 3 a, 2 3 b としてソフト磁性層を配置する。しかし直接成膜するとハード磁性層 2 2 a, 2 2 b との強い交換結合によりソフト磁性層 2 3 a, 2 3 b の磁化はハード磁性層 2 2 a, 2 2 b の磁化の向きと同じ方向へ向いてしまい、磁気抵抗効果膜 4 への長手方向バイアス磁界をさらに強め感度低下の恐れがある。

【 0 0 3 5 】

図示はしていないが、その問題を回避するためにハード磁性層 2 2 a, 2 2 b とソフト磁性層 2 3 a, 2 3 b との間に所定の厚さの A u, T a, W, R u, R h, C u, T i, A g, P t, P d, C r, I n, I r, N b, Z r などの材料を挟み、サイドシールド層 2 3 a, 2 3 b とハード磁性層 2 2 a, 2 2 b との磁化方向が反平行となる構成とすることが望ましい。サイドシールド層 2 3 a, 2 3 b の上には磁気抵抗効果膜 4 へ電流バイアスを与えたり、磁気抵抗効果膜 4 に生じる抵抗変化を検出するためのセンス電流を供給する役目を担う、主電極層 2 4 a, 2 4 b が配置される。

【 0 0 3 6 】

さらにこれらの膜は、電氣的に絶縁する目的で配置された下部ギャップ層 2 7 と上部ギャップ層 2 8 とで挟まれた構造となっている。下部及び上部ギャップ層は、アルミナなど絶縁性が高く硬質の材料が用いられる。下部及び上部ギャップ層 2 7、2 8 のさらに外側にはパーマロイなどのソフト磁性層などによって下部及び上部磁気シールド 3, 5 (図 2 参照) が配置される。

【 0 0 3 7 】

前記本発明の実施例に係る高感度安定化スピバルブヘッド 1 の低感度領域に関して図 5 (b) を用いて説明する。図 5 (b) はスピバルブヘッド 1 を媒体対向面から見たときの模式図である。この構造の特徴は、ハード磁性層 2 2 a, 2 2 b とピンニング層 1 2 との間に所定の距離 2 5 a, 2 5 b が設けられていることである。この部分 2 5 a, 2 5 b はフリー層 1 4 のみとなるために GMR 効果を起こさず、不感領域となるため、図 5 (a) のような低感度領域を発生させない。

【 0 0 3 8 】

よってフリー層 1 4 端部の感度低下部分を使用しない構成とすることができる。サイドシールド層 2 3 a, 2 3 b は主電極層 2 4 a, 2 4 b とハード磁性層 2 2 a, 2 2 b との間に配置され、隣接トラックなど横方向からの信号磁界をシールドする効果を有する。

【 0 0 3 9 】

次に、図 3 (a) 乃至 (d) 及び図 4 (a)、(b) を参照して、前記本発明

の実施例に係る高感度安定化スピバルブヘッド 1 の製造プロセスを説明する。ここでは、媒体対向面から見たときのプロセスを開示する。まず図 3 (a) に示されるように、基板 2 (図 2 参照) の上に磁気抵抗効果膜 4 を成膜する。最下層にフリー層 1 4、順にインターレーヤ結合層 1 5、ピンニング層 1 2、反強磁性層 1 1、保護層 1 3 を積層する。

【0040】

基板上に成膜された磁気抵抗効果膜 4 を再生トラック幅にパターンニングするため、レジスト 3 2 および 3 1 を形成する。レジスト 3 2 および 3 1 は、所定形状のマスクをレジストへ被せた後、露光機を用いて露光光を照射し、現像することで形成する。ここでは、レジストを二層に形成し、それぞれの現像処理レートが異なる性質を利用して、下層のレジスト 3 2 の幅が上層のレジスト 3 1 に比べ小さくなるような形状を作る。これは、最後にレジスト 3 2 および 3 1 を除去するプロセス（リフトオフプロセス）を容易にするための処理である。レジストは、場合によっては単層のレジストであっても構わない。レジスト 3 2 および 3 1 の形状は四角形に図示したが、台形形状、あるいは逆台形形状を選択することも可能である。

【0041】

このように形成したレジスト 3 2 および 3 1 をマスクとして、上部からエッチング粒子 3 3 a を照射し、レジストマスク外の領域を除去する。エッチングには指向性の高いエッチング粒子を作ることのできる IBE (Ion Beam Etching) の使用が望ましい。この際、重要なのは、エッチングをピンニング層 1 2 あるいは Cu 層 1 5 の範囲で終了させることである。反強磁性材料を残すとその下のピンニング層 1 2 の磁化を固定する可能性があるためだが、反強磁性層 1 1 の厚さをある程度薄くすることでピンニング層 1 2 の磁化固定を無くすることができるのなら、エッチングをストップする位置はそこまででも良い。以下の説明はピンニング層 1 2 までエッチングする場合について進める。

【0042】

磁気抵抗効果膜 4 のエッチングされた端部はなるべく垂直となることが望ましく、そうなるようにエッチングの角度を基板面に対して垂直に設定する。図 3 (

b) はこのようにして形成した磁気抵抗効果素子を示している。次に、電極オーバーレイ部分となる導電層 2 1 a, 2 1 b を成膜するため、導電性の材料を成膜する。導電性材料としてここでは A u を用いる。デポ粒子は、指向性の高い粒子を作ることができる I B D (I o n B e a m D e p o s i t i o n) が望ましい。I B D では指向性の高いイオンビームソースを A u のターゲットに照射して、指向性の高い A u 粒子 3 4 a を作ることが可能である。基板を傾けた上で、自転および公転を併用し、パターニングした磁気抵抗効果素子の端部を被うように製膜する。

【 0 0 4 3 】

この際、図 3 (c) に示すように、残存するレジスト 3 1 にも A u 粒子 2 1 c が付着していく。その結果、当初の幅よりも A u の膜が付着した分トラック幅方向に広がったレジスト (A u 付き) が形成できる。A u の導電層はピンニング層 1 2 端部から外側の磁気抵抗効果膜端上部を被うように製膜される。

【 0 0 4 4 】

次に、電極オーバーレイ部分 2 1 a, 2 1 b より外側の不要な導電膜、C u 層 1 5 及びフリー層 1 4 を除去するプロセスを説明する。導電膜除去には先ほどと同様に I B E によるエッチング粒子を用いる。ここでは、3 5 に示すように基板に垂直に照射する。これにより、レジスト側面部に付着した A u 2 1 c の影となる部分のみを残し、導電膜、C u 層 1 5 及びフリー層 1 4 を除去できる。レジスト側面部の A u 2 1 c の厚さ分が電極オーバーレイ幅となる。その結果を図 3 (d) に示した。

【 0 0 4 5 】

図 3 (d) では導電層 2 1 a の左側、2 1 b の右側の部分がフリー層 1 4 まで完全に除去された形で記載したが、実際には基板の面内全領域を同じように完全に除去するのは難しい。場合によっては、アルミナがエッチング (オーバーエッチング) された形状などでも実用上問題はない。

【 0 0 4 6 】

次に図 4 (a) に示されるようにハード磁性層の結晶配向下地層 2 6 a, 2 6 b および、ハード磁性層 2 2 a, 2 2 b、中間層 2 5、サイドシールド層 2 3 a

、23bおよび主電極層24a、24bを製膜する。この場合のデポ粒子の照射角度は基板面に対して垂直方向となるように設定する。このようにすることでハード磁性層22a、22bをフリー層14の横に置き、フリー層14の磁区制御をしながらサイドシールド層23a、23bを形成することができる。

【0047】

続いて図4(b)に示すように、レジスト32、31をリフトオフ法により除去し、磁気抵抗効果素子作製の一連のプロセスが完了する。この磁気抵抗効果素子の上下には図1で説明したように、下部ギャップ層27、上部ギャップ層28が形成され、さらにその外側には図2で説明したように、下部磁気シールド3と上部磁気シールド5が形成される。

【0048】

以上の説明では、ピンニング層12の磁化固定を無くすために反強磁性層11を薄くしたり、除去したり、また、反強磁性層11を除去しピンニング層12を薄くしたり除去する方法を説明したが、電極オーバーレイ部分の反強磁性層の磁性を失わせるために反強磁性層11に不純物を注入しても良い。

【0049】

また、ハード磁性層22a、22bと主電極層24a、24bの間にサイドシールド層23a、23bを設けたが、隣接トラックからの影響が問題無ければ設ける必要はない。

【0050】

さらに、ハード磁性層22a、22bの結晶配向下地層26a、26bを成膜した構成を示したが、ハード磁性層22a、22bの磁気的な特性が仕様を満足できれば結晶配向下地層26a、26bは省略することができる。

【0051】

前記実施例によれば、トラック幅が100nm以下に狭まり、電極オーバーレイ領域が20nm以下になった場合に顕著な効果を発揮し、製造歩留まりが高く、高感度の磁気抵抗効果型ヘッドが得られる。また、磁気記録技術の高密度化に伴って再生分解能を向上させる為には、上下磁気シールド間の幅とサイドシールド層の距離を狭くしていかなければならず、高密度化に対応しやすい構造及び製

造方法である。

【 0 0 5 2 】

以上詳述したところから明らかなように、本発明の実施例によれば、磁気抵抗効果膜のフリー層に対して反強磁性層あるいはピンニング層もしくは両方の幅が狭い構造となっている。このためフリー層両端の低感度領域を使うことの無い構造であり、その結果、従来構造に比べ、高感度に媒体からの磁気信号を検出可能な磁気抵抗効果型ヘッドを提供することができる。

【 0 0 5 3 】

また、フリー層両端の低感度領域を不感領域とすることができるため、低感度領域への電流分流による不具合を根本的に解決する構造を提供できる。

【 0 0 5 4 】

また、磁気抵抗効果膜端部で電極オーバーレイ部分によりある程度の距離をおいてサイドシールド層を設けることのできる構造となっている。このため、トラック密度を向上させた場合でも、隣接トラック信号を読み込むことのない優れた磁気抵抗効果型ヘッドを提供することができる。

【 0 0 5 5 】

また、電極オーバーレイとハード磁性層の成膜にアライメントのずれを生じさせない構造のため、サイドシールド層と磁気抵抗効果膜との距離を安定させることができる。

【 0 0 5 6 】

また、電極オーバーレイとハード磁性層の成膜にアライメントのずれを生じさせない磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法を提供することができる。

【 0 0 5 7 】

また、ハード磁性層と主電極層との重ね合わせにアライメントのずれを生じさせない構造のため、その製造歩留まりを大幅に改善し、生産性を向上させることができる磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法を提供することができる。

【 0 0 5 8 】

以上の実施例及び変形例はトップスピバルブ構造に適用した場合であったが、ボトムスピバルブ構造、デュアルスピバルブ構造、絶縁体の障壁層を挟ん

でフリー層とピンニング層を設けこの積層体の上下に電極層を配置する TMR (Tunneling magnetoresistive) ヘッドへの適用も可能である。

【 0 0 5 9 】

【発明の効果】

本発明によれば、フリー層端部に生じる低感度領域の影響と、電流の分流損の影響を受けることなく、感度低下を招かない磁気抵抗効果型ヘッドを有する複合型磁気ヘッドを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施例による磁気抵抗効果型ヘッドの媒体対向面から見た構成図である。

【図 2】

本発明の一実施例による複合型磁気ヘッドの媒体対向面から見た斜視図である。

【図 3】

本発明の一実施例による磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法を示す工程図である。

【図 4】

図 3 に続く本発明の一実施例による磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法を示す工程図である。

【図 5】

本発明の一実施例による磁気抵抗効果型ヘッドの効果を従来例と比較して示す模式図である。

【符号の説明】

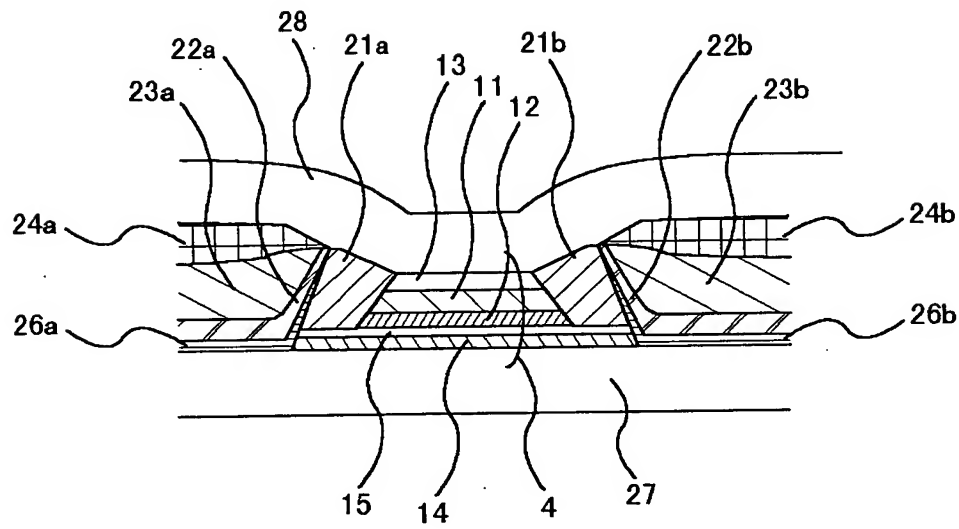
| | | | |
|---|------------|----|---------|
| 1 | 磁気抵抗効果型ヘッド | 2 | 基板 |
| 3 | 下部磁気シールド | 4 | 磁気抵抗効果膜 |
| 5 | 上部磁気シールド | 6 | 分離層 |
| 7 | 誘導型磁気ヘッド | 8 | 下部磁性層 |
| 9 | 上部磁性層 | 10 | 導電コイル |

| | | | |
|--------------|---------------------|-----|--------|
| 1 1 | 反強磁性層 | 1 2 | ピンニング層 |
| 1 3 | 保護層 | 1 4 | フリー層 |
| 1 5 | 非磁性層 | | |
| 2 1 a, 2 1 b | 電極オーバーレイ層（第 1 の電極層） | | |
| 2 2 a, 2 2 b | ハード磁性層（磁区制御層） | | |
| 2 3 a, 2 3 b | サイドシールド | | |
| 2 4 a, 2 4 b | 主電極層（第 2 の電極層） | | |
| 2 6 a, 2 6 b | 結晶配向制御下地層 | | |
| 2 7 | 下部ギャップ層 | | |
| 2 8 | 上部ギャップ層 | | |

【書類名】 図面

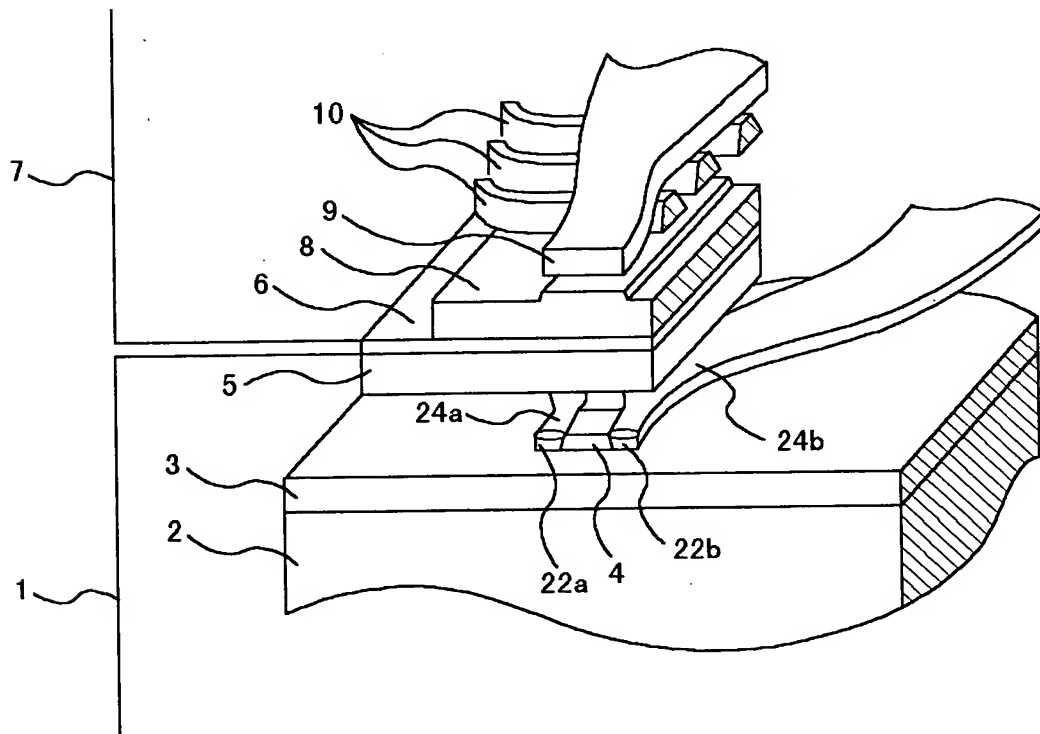
【図 1】

図 1



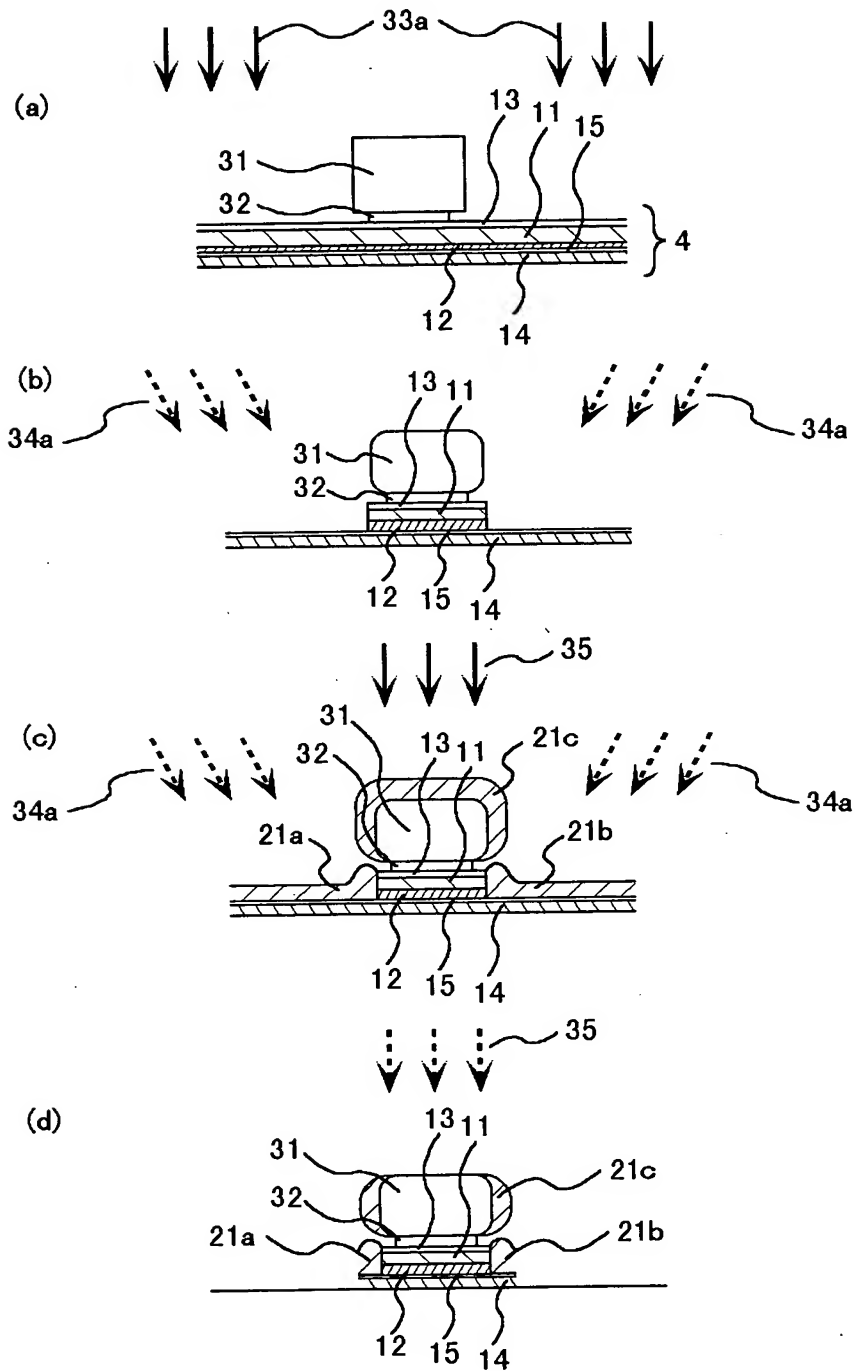
【図 2】

図 2



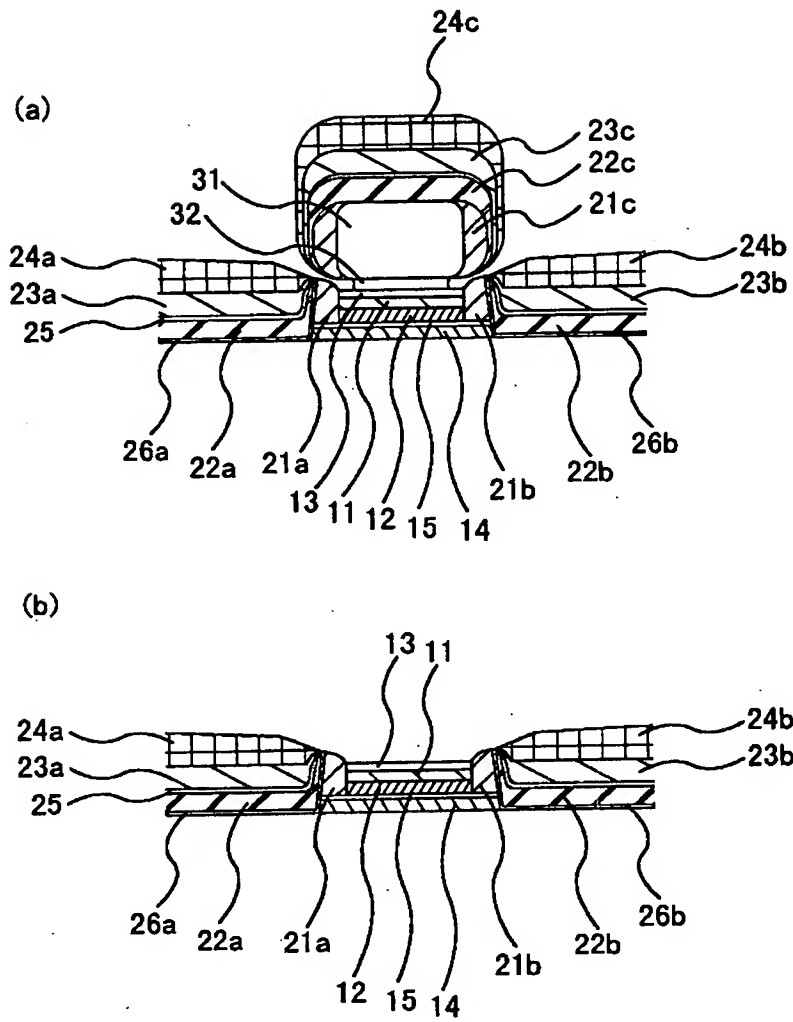
【図 3】

図 3



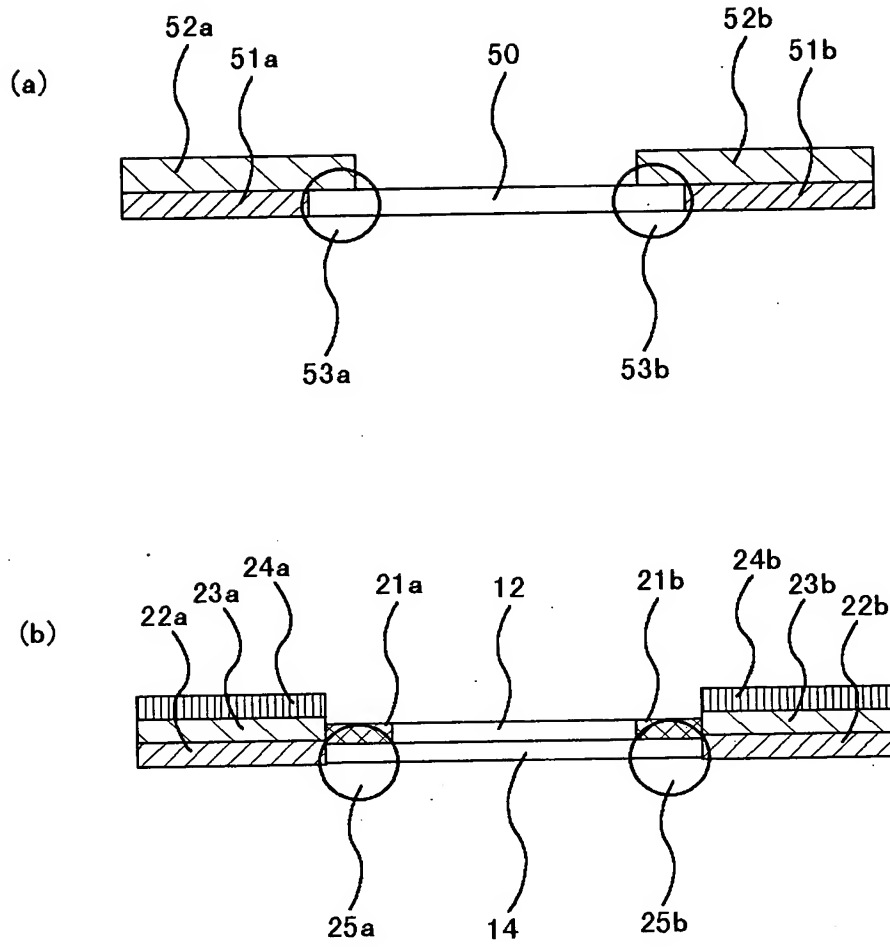
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

本発明は複合型磁気ヘッドの磁気抵抗効果型ヘッドに関して、狭トラック化においても必要な感度を保持し、かつ安定性を両立させうる構造を提供する。

【解決手段】

磁気抵抗効果膜 4 と、その両端から磁気抵抗効果膜 4 を安定化するために設けられたハード磁性層 2 2 a, 2 2 b、およびセンシングのための電流を印加する主電極層 2 4 a, 2 4 b が配置され、磁気抵抗効果膜 4 のフリー層 1 4 の幅に対してピンニング層 1 2 の幅を狭く、主電極層 2 4 a, 2 4 b とピンニング層 1 2 端部との間にオーバーレイ電極層 2 1 a, 2 1 b が配置されることで、ハード磁性層 2 2 a, 2 2 b と磁気抵抗効果膜 4 との接触部付近の低感度領域を不感度領域とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

| | |
|----------|--------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月31日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地 |
| 氏 名 | 株式会社日立製作所 |